

Digitalfotografieverfahren und Digitalkamera

Die vorliegende Erfindung betrifft ein
Digitalfotografieverfahren nach dem Oberbegriff von
Anspruch 1 sowie eine Digitalkamera nach demjenigen von
5 Anspruch 10.

Die digitale Fotografie bietet einerseits viele Vorteile,
da keine Filme Verwendung finden und damit laufende Kosten
vermieden werden. Andererseits birgt aber die digitale
Fotografie auch einen wesentlichen Nachteil: Fehlerstellen
10 in fotochemischen Filmen treten nur einmal auf, bereits für
ein nächstes Bild wird ein neues Negativ verwendet. Durch
Verwendung opto-elektronischer Sensoren bzw. Wandler in der
Digitalfotografie werden hingegen für jede
Bildregistrierung dieselben Sensoren verwendet.
15 Fehlerstellen von oder auf diesen Bildsensoren wirken sich
immer wieder aus.

Bereits heute sind verschiedene Verfahren bekannt,
Fehlerstellen an einem elektronisch registrierten Bild zu
entdecken und rechnerisch zu eliminieren bzw. teilweise zu
20 kompensieren. Es sei beispielsweise auf die "Blemish Files"
mit Information über fehlerhafte Einzelpixel bzw.
Pixelreihen hingewiesen, deren Information aus den
umliegenden Pixeln interpoliert werden muss, sowie auf die
sogenannten "Gain Files/White Shading-Verfahren" mit
25 Verstärkungs-Korrekturwerten für alle Pixel, um deren
unterschiedliche Güte zu homogenisieren.

Die vorliegende Erfindung geht primär von der Aufgabe aus,
Störstellen, welche mechanisch mit der Matrix opto-
elektronischer Sensoren verbunden sind, wie beispielsweise
30 Kratzer in der Sensorbeschichtung, Staupartikel auf der
Matrix, fehlerhafte Pixel bzw. Sensoren und/oder

Glasfehler, Kratzer, Staub etc. im bzw. auf dem vor dem Sensor positionierten und damit verbundenen Schutzglas und/oder z.B. IR-Sperrfilter etc., auf einfache und zuverlässige Art und Weise zu detektieren und damit die Basis für eine entsprechende Bildkorrektur zu schaffen.

Beim Auffinden der nachfolgend dargestellten erfindungsgemässen Lösung wurde aber gleichzeitig erkannt, dass mit dem gefundenen Lösungsprinzip auch die Detektion weiterer Bildkriterien möglich wird, mit aufgrund der Detektion entsprechender Bildnachbearbeitung.

Am Digitalfotografieverfahren eingangs genannter Art wird die erwähnte Aufgabe primär der erwähnten Fehlerdetektion und zusätzlich der Eröffnung weiterer Detektionsmöglichkeiten von Bildeigenschaften, grundsätzlich dadurch ermöglicht, dass von den Bildsignalen der beiden Bilder abhängige Signale einer Vergleichsoperation zugeführt werden und ein Vergleichsresultats-Bild in Form elektrischer Vergleichsresultats-Signale mit der jeweiligen Sensor-Positionsinformation erzeugt wird und mit elektrischen Signalen des Vergleichsresultats-Bildes das erste und/oder zweite registrierte Bild modifiziert wird.

Grundsätzlich wird dabei ausgenützt, dass die erwähnten Fehler- bzw. Störstellen, welche mechanisch an die Matrix optoelektrischer Sensorelemente gebunden sind, sich bei Verschiebung der Matrix zusammen mit der Matrix verschieben, während das dem Abbildungsstrahl aufgeprägte Bild sich bezüglich der Matrix, invers zur Matrixverschiebung, verschiebt. Wird die Matrix nur beispielsweise nach rechts verschoben, verschiebt sich das Bild des Abbildungsstrahles bezüglich der Matrix nach links; weil das Bild der Störstelle an der Matrix stationär

Weil nämlich bei der erwähnten mechanischen Matrixverschiebung störungsbehaftete Sensorelemente mitverschoben werden, ergibt der erwähnte direkte Vergleich Signalidentität an störungsbehafteten Sensorpositionen, bei
5 Differenzbildung somit idealerweise entsprechende Nullsignale, wobei beispielsweise aufgrund von Verschiebungstoleranzen auch nicht ideal verschwindende Vergleichsresultate-Signale resultieren können und mithin ein das Mass der Übereinstimmung vorgebendes Kriterium,
10 beispielsweise ein Schwellwert, vorgegeben wird, welcher für die Identifikation einer Storstelle unterschritten werden muss.

Bei der Weiterentwicklung der vorliegenden Erfindung wird grundsätzlich am Fotografiieverfahren eingangs genannter Art
15 erkannt, dass eine mechanische Matrixverschiebung zum oben erwähnten Bildverhalten führt, während eine rechnerische Verschiebung eines elektronisch registrierten Bildes zu einem andern Verhalten führt. Während nämlich bei mechanischer Matrixverschiebung, wie erläutert wurde das
20 Bild fehlerbehafteter Sensoren sich bezüglich des Bildes des Abbildungsstrahles verschiebt, ergibt sich bei rechnerischer Verschiebung eines Bildes keine derartige Verschiebung. Wie gezeigt werden wird, kann diese an sich erfinderisch ausnützbares Erkenntnis mit der ersterwähnten
25 ideal kombiniert werden, indem dabei das erste und/oder zweite elektronisch abgespeicherte Bild rechnerisch verschoben wird, - die den elektrischen Bildsignalen - jeweiligen Wandlungsergebnissen an den Sensoren - zugeordnete Positionsinformation wird rechnerisch geändert.
30 Damit wird ein elektronisches Phantombild des zweiten und/oder ersten Bildes erzeugt. Wird nämlich das erste Bild um den inversen mechanischen Verschiebungsweg rechnerisch

verschoben, entsteht ein Phantombild des zweiten Bildes und umgekehrt.

- Der Vergleich wird nun zwischen Phantombild und dem zugeordneten Nichtphantombild vorgenommen: Wird vom ersten Bild ein Phantombild erzeugt, erfolgt der Vergleich vorzugsweise am ersten Bild und dessen Phantombild und analog für das zweite Bild. Es können gegebenenfalls durchaus von beiden Bildern Phantombilder erzeugt werden und die Detektionsqualität durch doppelten Vergleich erhöht werden.

- Damit ist nun insbesondere die Störstellendetektion vorgenommen. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens wird nun aber ausgenutzt, dass die ungestörte Bildinformation für die Störstelle in den bereits vorhandenen Bildern vorliegt.

- Dabei werden bevorzugterweise für die Erzeugung des Aufnahmebildes - also des definitiven Bildes - elektrische Signale am ersten, zweiten oder Phantombild ersetzt, an Positionen, an denen, im Vergleichsresultat-Bild, Vergleichsresultats-Signale unter einem vorgegebenen Schwellwert liegen. Damit wird auch das Problem behoben, dass bei uniformen Szenen, bei denen sich auch nach mechanischer Verschiebung um \bar{N} uniforme Szenenabschnitte mit dem Ursprungsbild überlappen und als Fehlerbereiche interpretiert werden konnten.

Im weiteren wird es möglich, wie noch auszuführen sein wird, aus dem Vergleichsresultat-Bild nicht nur auf störbehaftete Stellen an der Sensormatrix zu schliessen, sondern auch über bewegte Bildbereiche im Abbildungsstrahl.

- Eine erfindungsgemässe Digitalkamera zeichnet sich im weiteren nach dem Kennzeichen von Anspruch 10 aus bzw. nach

SECRET

demjenigen von Anspruch 14, bevorzugte Ausführungsformen nach den Ansprüchen 11 bis 13. Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand von Figuren erläutert. Diese Erläuterungen eröffnen dem Fachmann verschiedenste Realisationsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung. In den Figuren zeigen beispielsweise:

- Fig. 1 anhand eines Signalfluss/Funktionsblockdiagrammes das erfindungsgemässe Verfahren bzw. eine erfindungsgemässe Digitalkamera, woran das der Erfindung zugrundeliegende Grundprinzip realisiert ist;
- Fig. 2 in einer Darstellung analog zu derjenigen von Fig. 1, eine erste Realisationsform der erfindungsgemässen Kamera bzw. des erfindungsgemässen Verfahrens;
- Fig. 3 in einer Darstellung analog derjenigen der Figuren 1 bzw. 2, das erfindungsgemässe Verfahren bzw. eine erfindungsgemässe Digitalkamera in bevorzugter Ausführungsform, und
- Fig. 4 die Darstellung eines Bayer-Pattern als Beispiel des Musters farbselektiver Sensoren an einer Sensormatrix für digitale Farbfotografie.

Detailbeschreibung

- Fig. 1 zeigt anhand eines Signalfluss/Funktionsblockdiagrammes, in vereinfachter Form, das Grundprinzip bzw. das Verfahren, welches der vorliegenden Erfindung zugrunde liegt bzw. der erfindungsgemässen Digitalkamera.

- Eine Matrix 1 optoelektrischer Sensoren, wie beispielsweise eine CCD-Matrix, ist in der Kamera bezüglich des Abbildungsstrahles präzise verschieblich geführt (nicht dargestellt) und wie in Fig. 1 schematisch dargestellt mit
- 5 einem Verschiebungsantrieb 3 antriebsverbunden. Bezüglich einer bevorzugt eingesetzten Präzisionsführung mit Antrieb einer derartigen Matrix 1 in einer Digitalkamera wird auf die WO 01/00001 derselben Anmelderin verwiesen, die diesbezüglich integrierter Beschreibungsteil der
- 10 vorliegenden Anmeldung sein soll.

- Mit dem (nicht dargestellten) Abbildungsstrahl der Kamera wird Bild B_1 auf die Matrix 1 abgebildet. Die elektrischen Ausgangssignale der Matrixsensorelemente, am Ausgang A_1 , werden, über eine zeitgesteuerte Umschalteinheit 5, einer
- 15 Multiplexereinheit zugeführt.

- Die Matrix 1 wird durch einen Antrieb 3 um einen vorgebbaren Verschiebungsvektor \vec{S} (x_s, y_s) verschoben. Dadurch erscheint das Bild B_2 , wie in Fig. 1 rechts dargestellt, um den richtungsinvertierten Vektor \vec{S}^{-1}
- 20 verschoben, auf der Matrix 1 abgebildet.

- Mit Hilfe der Zeit-Multiplexereinheit 5 wird das an der Matrix 1 optoelektrisch gewandelte Bild B_{1e} an einer Speichereinheit 7₁ abgespeichert, gleichermassen, nach erfolgter Verschiebung \vec{S} der Matrix 1, das Bild B_{2e} in
- 25 einer Speichereinheit 7₂. Die abgespeicherten Bilder sind gebildet durch von den Sensorausgangssignalen abhängigen Signale und Angaben der Position jedes Sensors auf der Matrix 1. Gemeinsam werden beide Signalanteile, Signale der optoelektrischen Wandlung und Positionsangaben, im weiteren
- 30 als Ausgangssignale der Sensoren und damit auch der Matrix 1 bezeichnet. Die elektronisch abgespeicherten Bilder B_{1e}

- und B_{2i} werden anschliessend an einer Vergleichseinheit 9 verglichen. In Fig. 1 sind die den jeweiligen elektronischen Bildern B_{1i} , B_{2i} entsprechenden, abgespeicherten Sensorausgangssignale und Positionssignale
- 5 direkt der Vergleichseinheit 9 zugeführt. Wie aber noch erläutert werden wird, wird in bevorzugter Art und Weise der Vergleichseinheit 9 und einem und/oder beiden der Speichereinheiten 7₁ bzw. 7₂ eine in Fig. 1 gestrichelt eingetragene Verarbeitungseinheit 11₁ bzw. 11₂
- 10 zwischengeschaltet, so dass der jeweilige Ausgang A_{11} bzw. A_{12} mit den entsprechenden Eingängen E_{11} bzw. E_{12} wirkverbunden ist, jedoch nicht zwingend direkt.

- An der Vergleichseinheit 9 werden, nach vorgegebenem Algorithmus, Ausgangssignale von Sensoren bzw.
- 15 Sensorgruppen, ggf. aufbereitet, miteinander verglichen.

- Mit Hilfe des Vergleichsresultats Δ am Ausgang der Vergleichseinheit 9, welches einer Matrix von Vergleichsresultat-Signalen entspricht, wird vorzugsweise
- 20 das zuerst registrierte Bild B_{1i} überarbeitet. Dies erfolgt an einer Bildbearbeitungs-Recheneinheit 12. Es resultiert das entsprechend aufbereitete, korrigierte elektronische Bild B_{1k} in einer Speichereinheit 14.

- Anhand von Fig. 2, basierend auf der Darstellung von Fig. 1, soll nun eine höchst bevorzugte Ausführungsform des
- 25 erfindungsgemässen Verfahrens bzw. einer erfindungsgemässen Digitalkamera erläutert werden mit dem Ziel, Störungen, welche an die Matrix 1 gekoppelt sind, wie beispielsweise Staubpartikel auf der Matrix, Kratzer an einer Matrixbeschichtung etc., zu erkennen.
- 30 Auf der Sensormatrix 1 sei am Ort x_i , y_i eine Störung Z , beispielsweise in Form eines Staubpartikels, vorhanden.

Wird die Matrix 1, wie anhand von Fig. 1 beschrieben wurde, um einen Verschiebungsvektor \vec{S} verschoben, so wandert der Abbildungsstrahl-bewirkte Anteil des Bildes B_1 auf der Matrix 1 entsprechend dem richtungsinvertierten Vektor \vec{S}^{-1} .

- 5 Die Lagekoordinaten der Störung Z an der Matrix 1 bleiben auch nach Verschiebung der Matrix 1 erhalten, d.h. die Störung Z wird zusammen mit der Matrix 1 verschoben, im Unterschied zum Bild aus dem Abbildungsstrahl.

- Es wird mithin auch nach der Verschiebung \vec{S} dieselbe Gruppe von Sensoren an der Matrix 1 die erwähnte Störung Z durch optoelektrische Wandlung erfassen. In den Speichereinheiten 7₁ und 7₂ resultieren die entsprechenden elektronischen Bilder B_{1e} und B_{2e} .
- 10

- Werden nun an der Vergleichseinheit 9 die jeweils das elektronisch abgespeicherte Bild ausmachenden Sensorausgangssignale miteinander verglichen, und zwar wie an der Vergleichseinheit 9 dargestellt die Ausgangssignale von Sensoren gleicher Lagekoordinaten x_n, y_n , so erscheint als Vergleichsresultat-Signalmatrix Δ , am Ausgang A_Δ der Vergleichseinheit 9, eine Signalmatrix bzw. ein elektronisches "Bild", an welchem an den mit der Störung Z beaufschlagten Sensorpositionen Signaldifferenzen verschwinden oder mindestens unter einen vorgegebenen Grenzwert fallen. Dies deshalb, weil die Störung Z an beiden elektronischen Bildern B_1, B_{1e} und B_2, B_{2e} dieselbe Sensoren- bzw. Positionengruppe gleichermaßen beeinträchtigt.
- 15
- 20
- 25

- Damit ist die Basis gegeben, der in Fig. 2 nicht wiederholend wiedergegebenen Recheneinheit 12 gemäss Fig. 1 die Information zu übermitteln, wo in der Matrix 1 störungsbeeinflusste Sensoren bzw. Pixel liegen. Daraus
- 30

00007391030000

kann die Recheneinheit 12 beispielsweise durch Signalinterpolation von Ausgangssignalen benachbarter Sensoren die störungsbedingten Ausgangssignale ersetzen.

- 5 ausgehend von den Erläuterungen zu Fig. 2 ist in Fig. 3 eine besonders bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt, bei der Fehler- bzw. Störstellen- beeinflusste Ausgangssignale von Sensoren bzw. Pixeln mit Signalen entsprechend dem ungestörten Bild des Abbildungsstrahls ersetzt werden und woran weiter
- 10 ermöglicht wird, sich bewegende Bildpartien im Abbildungsstrahlengang zu erkennen und diese an der Recheneinheit 12 gemäss Fig. 1 entsprechend zu berücksichtigen bzw. zu bearbeiten.

- Wie bereits anhand der Fig. 1 und 2 erläutert, werden Bild
- 15 B_{1e} und B_{2e} in den zugeordneten Speichereinheiten 7_1 und 7_2 abgespeichert.

- Nun ist der Verschiebevektor \bar{S} bekannt, ihm entsprechend wurde ja auch die Matrix 1 zur Erstellung des Bildes B_{2e} verschoben. Es wird, vorzugsweise aus einem der beiden
- 20 abgespeicherten Bilder B_{1e} bzw. B_{2e} , wie in Fig. 3 dargestellt, bevorzugt aus dem Bild B_{2e} , rechnerisch ein Phantombild Ph_{B1} ermittelt. Hierzu wird der Ausgang der Speichereinheit 7_2 mit einer Recheneinheit 14 wirkverbunden und ihr, wie in Fig. 3 schematisiert, die Verschiebevektor-
- 25 Information \bar{S} zugeführt. Die Recheneinheit 14 ordnet nun die in der Speichereinheit 7_2 , entsprechend dem Bild B_{2e} , abgelegten Sensorausgangssignale neu um den

- Verschiebevektor \bar{S} verschoben so um, dass als Phantombild Ph_{B1} ein Bild entsteht und in einer Speichereinheit 7_{ph}
- 30 abgespeichert wird, welches, da um \bar{S} verschoben, eigentlich dem Bild B_{1e} entspricht, mit dem Unterschied,

dass nun die Lagekoordinaten der störungsbeeinträchtigten Sensoren bzw. Pixel

$$x'_z = x_z + x_s$$

$$y'_z = y_z + y_s$$

- 5 sind. Die "Störstelle" von Bild B_{ze} wird um \bar{S} mitverschoben. Das Bild Ph_{s1} ist mithin das Phantom von Bild B_1 bzw. B_{1e} . Am Phantombild ist aber die Störstelle bezüglich derjenigen im Bild B_1 bzw. B_{1e} um \bar{S} verschoben.

Nun erfolgt, in Analogie zu Fig. 1 nach einer Aufbereitung

- 10 11_2 - gemäss Fig. 3 an der Recheneinheit 14 - an der Vergleichseinheit 9, der Vergleich zwischen dem an der Speichereinheit 7₁ abgespeicherten Bild B_{1e} und dem am Phantombildspeicher 7_{ph} abgespeicherten elektronischen Bild Ph_{s1} .
- 15 Die daran gebildete Vergleichssignalmatrix weist nur dort nicht verschwindende Signalwerte auf bzw. Signalwerte, die über einem vorgegebenen Schwellwert liegen, wo Bild B_{1e} vom Phantombild Ph_{s1} abweicht, d.h., den Darstellungen von Fig. 3 folgend, an den Stellen x_z/y_z , sowie an den Stellen
- 20 x'_z/y'_z , um \bar{S} auseinanderliegend. Weil der Verschiebevektor \bar{S} bekannt ist, ist auch an der Vergleichssignalmatrix Δ in der Speichereinheit 9 bekannt, welche Signale von Störstellen an welchem der beiden verglichenen Bilder stammen.
- 25 Nun ist aber wesentlich zu erkennen, dass die Information, wie an der Stelle x_z/y_z von Bild B_1 bzw. B_{1e} die ungestörte Abbildungssinformation aussieht, vorliegt. Berücksichtigt man nämlich, dass beim Übergang vom Bild B_1 bzw. B_{1e} nach Bild B_z bzw. B_{ze} das im Abbildungsstrahlengang vorhandene

00001702-033001

- Bild, schematisch mit B_n dargestellt, bezüglich des Bildes der Störstelle Z auf der Sensormatrix 1 verschoben wurde, so ist erkenntlich, dass im Phantombild Ph_n das Signal entsprechend der Lage x_z/y_z dem Abbildungssignal
- 5 entspricht, d.h. dem störungsfreien Abbildungsstrahl-Abbild. Somit wird aus dem Phantombildspeicher 7_{Ph} das den Sensoren bzw. Pixeln mit der Lage x_z/y_z , entsprechende Signal über den Selektionseingang $E(x_n/y_n)$ angewählt und am Ausgang A_{Ph} als Signal $A(x_z/y_z)$ ausgelesen. Durch die hier
- 10 nicht mehr dargestellte Recheneinheit 12 wird das Signal $A(x_z/y_z)$ an die Stelle des Bildes B_1 bzw. B_1 gesetzt mit der Lagekoordinate x_z/y_z . Die Information bezüglich x_z und y_z wird somit aus der Vergleichssignalmatrix in der Vergleichseinheit 9 ermittelt. Somit wird, wie in Fig. 3
- 15 schematisiert, in der Bildspeichereinheit 14 gemäss Fig. 1 ein entstörtes Bild B_{1F} gemäss B_1 bereitgestellt.

- Es ist auch durchaus möglich, aus den Signalen an der Vergleichseinheit 9, die Lagewerte x'_z und y'_z zu ermitteln und damit aus dem Bild B_1 in der Speichereinheit 7_1 den
- 20 entsprechenden störungsfreien Signalwert auszulesen und diesen im Phantombild anstelle der Signale entsprechend den Lagewerten x'_z/y'_z zu setzen, somit das Phantombild im Phantomspeicher 7_{Ph} zu korrigieren.

- Ebenfalls ist es selbstverständlich möglich, nicht Bild B_{2e}
- 25 rechnerisch um den Verschiebevektor \vec{S} rückzuverschieben, sondern Bild B_{1e} in der Speichereinheit 7_1 rechnerisch um den Verschiebevektor \vec{S}^{-1} zu verschieben, bzw. beide Bilder B_{1e} und B_{2e} quasi übers Kreuz zu verschieben, dann analog zum Vorerläuterten vorzugehen.
- 30 Wesentlich ist dabei die Erkenntnis, dass bei mechanischer Verschiebung der Sensormatrix 1 Störstellen Z stationär auf der Matrix bleiben, während bei rechnerischer Verschiebung

00001702-033001

störungsbedingten, nicht verschwindenden Signalwerten - um \bar{S} verschoben - wird es möglich, die Bearbeitung des Bildes selektiv unter Berücksichtigung von Bewegungen einerseits und von Störungen anderseits vorzunehmen.

- 5 Die bisherigen vereinfachten Betrachtungen, welche das Prinzip der vorliegenden Erfindung aufzeigen sollen, beruhen einerseits auf einer "Schwarz/weiss"-Digitalfotografie-Technik, bei welcher alle Matrixsensoren gleichermaßen Helligkeitswerte in elektrische Signale
- 10 wandeln, und nicht angestrebt ist, eine digitale Farbfotografie zu erstellen.

- In der Praxis ist der Einsatz von Sensoren bzw. Pixeln, welche alle gleichermaßen die Farbinformation registrieren, (noch) nicht möglich. Es ist bekannt, dass
- 15 bei Sensormatrizen für die digitale Farbfotografie, Muster von Sensoren vorgesehen werden, die z.B. je eine der Grundfarben Rot, Grün bzw. Blau registrieren. Bekannt ist dabei das sogenannte Bayer-Pattern, das das in Fig. 4 wiedergegebene Farbraster der Sensorselektivität hat.
- 20 Wird eine einzelne Aufnahme und Registrierung mit einer solchen Matrix gemacht, so spricht man von einer Ein-Shot-Aufnahme. Diese eignet sich insbesondere, um bewegte Objekte aufzunehmen. Die jeweils an den einzelnen Sensoren fehlenden Farbinformationen - an einem Rotsensor die
- 25 Information bezüglich Grün und Blau etc., müssen aus den einen betrachteten Sensor umgebenden Sensoren interpoliert werden.

- Für Aufnahmen höchster Qualität wird, z.B. bei Einsatz des erwähnten Bayer-Patterns, das sogenannte Vier-Shot-
- 30 Verfahren eingesetzt. Bei diesem Pattern wird die Matrix nach einer Aufnahme um jeweils ein Sensorrastermass

horizontal verschoben, eine Bildregistrierung vorgenommen, dann die Matrix, bezogen auf die Ausgangsstellung, um ein Sensorrastermass vertikal verschoben, eine weitere Aufnahme registriert und schliesslich, bezogen auf die

- 5 Ausgangsstellung, um ein Sensordiaagonalrastermass horizontal und vertikal verschoben, wiederum ein Bild registriert. Dadurch steht für jedes Bildpixel die Farbinformation des roten, blauen und zweimal des grünen Kanals zur Verfügung.

- 10 Die Verschiebung erfolgt dabei bevorzugterweise mit der in der WO 01/00001 derselben Anmelderin beschriebenen Anordnung, dem dort beschriebenen Prinzip folgend.

Wird der hier vorliegendenfalls anhand der Figuren 1 bis 3 beschriebene und erfindungsgemasse Vorgang an einer

- 15 solchen, wie beispielsweise einer Bayer-Pattern-Matrix ausgeführt, so lässt sich das der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Prinzip dadurch realisieren, dass eine Verschiebung \vec{S} um mehr als ein Rastermass vorgenommen wird, streng genommen sogar schon bei kombiniert
- 20 horizontal/vertikaler Verschiebung der Matrix um ein Diagonalrastermass. Da, wie aus Fig. 4 ersichtlich, jeder zweite Sensor ein Grünsensor ist, lassen sich mit nur zwei diagonal um ein Diagonalrastermass verschobenen Registrierungen, aufgrund der Informationsdichte, bereits
- 25 ganze Bilder interpolieren und im Sinne der vorliegenden Erfindung miteinander vergleichen. Es kann durchaus angezeigt sein, eine Verschiebung um eine geradzahlige oder um eine ungeradzahlige Anzahl Rastermasse vorzunehmen, um das erfindungsgemasse Verfahren zu realisieren. Bei einer
- 30 Verschiebung um eine geradzahlige Anzahl Rastermasse ist sichergestellt, dass am selben Bildort immer Sensoren derselben Farbselektivität vorliegen.

Für eine Verschiebung um eine ungeradzahlige Anzahl Sensorabstände spricht, die Vier-Shot-Technik mit einer grösseren Verschiebung $\bar{5}$ zugunsten der anhand der Fig. 1 bis 3 beschriebenen erfindungsgemässen Vorgehensweise zu kombinieren: Bei einer Verschiebung um ein Rastermass wird, betrachtet am Bayer-Pattern, horizontal bzw. vertikal z.B. neben einem rotselektiven Sensor immer ein grünselektiver liegen. Dasselbe gilt auch bei fünf, sieben etc. Rastermass-Verschiebungen. Dabei wird der Qualitätsvorteil der Vier-Shot-Technik mit der Möglichkeit erfindungsgemässen Vorgehens kombiniert.

Diese Ausführungen zeigen, dass sich für den Fachmann viele Kombinationsmöglichkeiten ergeben, welche alle den oben dargelegten erfindungsgemässen Vorgehen entsprechen und dabei Aufnahmeschnelligkeit bzw. -Qualität mehr oder weniger gewichten.

Bei Einsatz der vorliegenden Erfindung in der Farbdigitalfotografie mit Matrixen von Sensoren unterschiedlicher Farbselektivitäten, wie beispielsweise einem Bayer-Pattern, werden beste Resultate dann erhalten, wenn, mit Blick auf Fig. 1, sowohl für Bild B_{1e} wie auch für Bild B_{2e} jeweils vier gemäss dem Vier-Shot-Verfahren verschobene Bildregistrierungen realisiert werden. Dies ist in Fig. 1 bei den jeweiligen Speichereinheiten 7_1 und 7_2 angedeutet.

Dann werden, der Erfindung folgend, die beschriebenen Verfahren an den sich zugeordneten Vier-Shot-Aufnahmen vorgenommen, also

I_1 mit I_2

II_1 mit II_2 etc.

Durch diese Aufnahme von acht Teilbildern, vier vor Verschiebung um den Vektor \bar{S} , vier danach, wird der Qualität des Bildes gegenüber dem Zeitaufwand für die Bildregistrierung klar Vorzug gegeben. Als extremes
5 Gegenteil kann die Aufnahme von nur zwei Bildern, wie dies beschrieben wurde, angesehen werden, wobei dann Farbinterpolation vorgenommen wird. Selbstverständlich kann das beschriebene Vorgehen auch für die 2-Shot- und 3-Shot-Technik eingesetzt werden.

- 10 Wie erwähnt wurde, wird es mit dem erfindungsgemässen Vorgehen möglich, die Störstellen zu eliminieren, welche matrixgebunden sind. Zu diesen gehören insbesondere fehlerhafte Sensoren, Sensornester (Pixelnester), fehlerhafte Pixelreihen bzw. -kolonnen, Kratzer sowie
15 Staub.

Im weiteren muss festgehalten werden, dass die erfindungsgemässe Verschiebung \bar{S} um eine ganzzahlige Anzahl Rastermasse die Auswertung erleichtert. Es können aber auch nicht-ganzzahlige Verschiebungen eingesetzt
20 werden, wobei dann, wie ein Blick auf Fig. 3 klarmacht, in der Vergleichssignalmatrix nicht mehr praktisch ideal verschwindende und nicht verschwindende Signalwerte auftreten. Dann müssen Schwellwerte gesetzt werden, um die wie erläutert unterschiedlichen Signalunterschiede zu
25 diskriminieren.